

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 3337690 A1

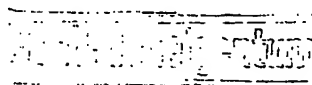
21 Aktenzeichen: P 33 37 690.5
22 Anmeldetag: 17. 10. 83
43 Offenlegungstag: 25. 4. 85

51 Int. Cl. 3:
G 01 F 23/28
G 01 S 7/66
G 01 S 15/88
G 06 F 13/06
G 06 F 3/05

DE 3337690 A1

71 Anmelder:
VEGA Grieshaber GmbH & Co, 7620 Wolfach, DE

72 Erfinder:
Kech, Günter, 7620 Wolfach, DE; Wöhrle, Albert,
7234 Aichhalden, DE



54 Verfahren und Vorrichtung zur Messung des Füllstands in einem Behälter mittels Schall-/Ultraschallwellen

Die Füllstandshöhe in einem Behälter wird mittels Schall-/Ultraschall gemessen, indem über die Zeit zwischen dem Senden der Schall-/Ultraschallwellen und dem Empfang von an der Oberfläche des Guts im Behälter reflektierten Schall-/Ultraschallechowellen die Füllstandshöhe bestimmt wird. Schall-/Ultraschallechowellen, die von zwischen der Füllstandsoberfläche und dem Schall-/Ultraschallempfänger angeordneten Hindernissen erzeugt werden, können das Meßergebnis erfindungsgemäß nicht verfälschen. Die Höhen oder die Laufzeiten der Schall-/Ultraschallwellen sowie deren Amplituden werden für die Hindernisse vorab erfaßt und gespeichert. Wenn außerhalb der vorab erfaßten Werte liegende Werte von Schall-/Ultraschallechosignalen empfangen werden, werden diese für die Füllstandsanzeige weiterverarbeitet. Ergeben sich bei der Messung keine außerhalb der gespeicherten Werte liegenden Werte von Schall-/Ultraschallechosignalen, dann wird das letzte, ein unbedecktes Hindernis anzeigende Schall-/Ultraschallechosignal für die Füllstandsanzeige weiterverarbeitet. Je nach dem Schüttwinkel des Füllguts wird die Füllstandshöhe auch die Messung kleinerer Amplituden als die Störeoamplituden für Laufzeiten oder Höhen über dem Behälterboden, die geringfügig außerhalb der den Hindernissen oder Störstellen zugeordneten Werte liegen, ermittelt.

01 VEGA Grieshaber GmbH & Co.
7622 Schiltach

München, 17. Oktober 1983
str-ks 14 270

05

Verfahren und Vorrichtung zur Messung des
Füllstands in einem Behälter mittels Schall-/Ultraschallwellen

P a t e n t a n s p r ü c h e

10

1. Verfahren zur Messung des Füllstands in einem Behälter mittels Schall-/Ultraschallwellen, wobei über die Zeit zwischen dem Senden der Schall-/Ultraschallwellen und dem Empfang von an der Oberfläche des Guts im Behälter reflektierten Schall-/Ultraschallwellen die Füllstandshöhe bestimmt wird,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß Schall-/Ultraschallwellen, die von zwischen der Füllstands-
oberfläche und dem Schallwandler (10) angeordneten Hindernis-
sen bzw. Störstellen erzeugt werden, an ihrer vorab erfaßten
20 und gespeicherten Laufzeit bzw. an der vorab erfaßten und
vorgegebenen Höhe über dem Behälterboden festgestellt und
nicht für die Füllstandsanzeige weiterverarbeitet werden, so-
bald ein nicht einem Hindernis bzw. einer Störstelle zugeordne-
tes Schall-/Ultraschallechosignal empfangen wird, und daß beim
25 Fehlen eines nicht einem Hindernis bzw. einer Störstelle zuge-
ordneten Schall-/Ultraschallechosignals die zuletzt empfangene
Schall-/Ultraschallechowell e aus der Reihe der Schall-/Ultra-
schallechowell en, die von nicht vom Gut bedeckten Hindernissen
bzw. Störstellen erzeugt werden, für die Füllstandsanzeige
30 weiterverarbeitet wird.

35

- 01 2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß beim Fehlen einer nicht einem Hindernis bzw. einer
Störstelle zugeordneten Schall-/Ultraschallechowell e für die
05 letzte nicht vom Gut bedeckte Störstelle bzw. das letzte nicht
vom Gut bedeckte Hindernis ein Meßarbeitsgang ausgeführt
wird, bei dem, hinausgehend über die den Störechowellen
zugeordneten Laufzeit- bzw. Höhengrenzen, Schall-/Ultraschall-
echowellen festgestellt werden, deren Amplituden um vorgebbare
10 Werte geringer als die Amplituden der Störechowellen sind und
die für die Füllstandshöhenanzeige weiterverarbeitet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
15 daß durch ein vorgebbares Zeitfenster Schall-/Ultraschallecho-
wellen, die vom Boden des leeren Behälters reflektiert werden,
ausgeblendet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden An-
20 sprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß für im Weg der Schall-/Ultraschallwellen in gegebenen
Abständen angeordnete Hindernisse bzw. Störstellen in der
Einstellphase die Amplituden und die Laufzeiten der Schall-/-
25 Ultraschallechowellen gemessen und für die Meßphase abrufbar
gespeichert werden.
5. Verfahren nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
30 daß in der Einstellphase für die vom Boden des Behälters
reflektierten Schall-/Ultraschallechowellen die Laufzeit gemessen
und eine Zeitblende gesetzt wird, die etwas kürzer als die
Laufzeit ist.

- 01 6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1
oder einem der folgenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß elektrische Signale in Schall-/Ultraschallsignale und
05 empfangene Schall-/Ultraschallsignale in elektrische Signale um-
formender Schallwandler (10) jeweils mit einem Hochfrequenzsen-
der (12) und einem Empfangsverstärker (16) verbunden ist und
daß der Hochfrequenzsender (12) und der Empfangsverstärker
(16) an einen Mikrocomputer (14) angeschlossen sind, der mit
10 einem nichtflüchtigen Schreibe-Lese-Speicher (22) verbunden
ist, in den mittels an den Mikrocomputer (14) angeschlossener
Eingabeelemente (44,46,48) Daten über die Laufzeiten von Stör-
echos bzw. die Höhenlagen von Hindernissen oder Störstellen
eingebbar sind.
- 15 7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Mikrocomputer (14) einen Speicher mit wahlfreiem
Zugriff aufweist, in dem die Laufzeiten bzw. die zugeordneten
20 Höhenabstände vom Behälter für empfangene Schall-/Ultraschall-
echosignale speicherbar sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
25 daß an den Mikrocomputer (14) ein Entfernungsanzeige-Bau-
gruppe (30) und ein multiplizierender Digital-Analog-Wandler
(28) angeschlossen sind, dessen Ausgang mit einem Steuerein-
gang (17) des Empfangsverstärkers (16) für die Einstellung
des Verstärkungsgrads verbunden und dessen zweiter Eingang
30 (29) an einen die Temperatur im Behälter messenden Temperatur-
fühler (38) angeschlossen ist.

- 01 9. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder einem der folgenden An-
sprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß ein Eingabeelement als Taster (46) ausgebildet ist, bei
05 dessen Betätigung der Meßwert der Laufzeit des vom Behälterbo-
den reflektierten Schall-/Ultraschallechosignals abzüglich eines
kleinen Sicherheitswerts mittels eines Programmierzyklus in den
nichtflüchtigen Speicher (22) einbaubar ist.
- 10 10. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder einem der folgenden An-
sprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß ein weiteres Eingabeelement als Taster (44) ausgebildet
ist, bei dessen Betätigung die Meßwerte der Laufzeit eines von
15 einem Hindernis oder einer Störstelle erzeugten Schall-/Ultra-
schallstörechos oder der Abstand des Hindernisses oder der
Störstelle vom Behälterboden und die zugehörigen Amplituden
der Schall-/Ultraschallechowellens mittels Programmierzyklen in
den nichtflüchtigen Speicher (22) einbaubar sind.
- 20 11. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder einem der folgenden An-
sprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß dem multiplizierenden Digital-Analog-Wandler (28) ein vom
25 Mikrocomputer (14) steuerbarer Schalter (32) nachgeschaltet
ist, an den ein analoger Speicher (34) angeschlossen ist, der
mit einem entfernt angeordneten Auswertegerät verbunden ist.
- 30 12. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder einem der folgenden An-
sprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Laufzeiten der nächsten Erhebung des Guts über dem
Behälterboden und der tiefsten Stelle des Guts im Behälter für

01 jede Füllstandshöhe gemessen werden, und daß die beiden
 Laufzeiten nach der Bildung eines Mittelwerts für die Füll-
 standsanzeige verwendet werden.

05 13. Vorrichtung nach Anspruch 12,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 daß ein zusätzliches Eingabeelement als Taster (48) ausgebildet
 ist, bei dessen Betätigung die Arbeitsweise der Mittelwertbil-
 dung einstellbar ist.

10

15

20

25

30

35

01 VEGA Grieshaber GmbH & Co.
7622 Schiltach

München, 17. Oktober 1983
14 270

05 Verfahren und Vorrichtung zur Messung des
Füllstands in einem Behälter mittels Schall-/Ultraschallwellen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung des Füllstands in einem Behälter mittels Schall-/Ultraschallwellen, wobei über die Zeit zwischen dem Senden der Schall-/Ultraschallwellen und dem Empfang von an der Oberfläche des Guts im Behälter reflektierten Schall-/Ultraschallwellen die Füllstandshöhe bestimmt wird.

15 Beim Einsatz von Schall-/Ultraschallimpulsen zur Füllstandshöhenmessung treten neben den von der Oberfläche des Guts im Behälter reflektierten, für die Messung geeigneten Echosignalen häufig Störechos auf, von denen das richtige Echosignal unterschieden werden muß. Solche Störechos können durch Verstrebungen oder Kanten im Behälter verursacht werden. Um Störechos zu unterdrücken werden die Schall-/Ultraschallwellen häufig eng gebündelt und so ausgerichtet, daß ihr Weg an derartigen Kanten oder Verstrebungen vorbeiführt. Enggebündelte Schall-/Ultraschallwellen lassen sich nur mit relativ hohem Aufwand erzeugen und bergen zudem den
20 Nachteil in sich, wegen des geringen Durchmessers der Strahlungskeule nach Reflexion am Füllgut den empfangsbereiten Schallwandler nicht mehr zu treffen.

Eine weitere Möglichkeit zur Unterdrückung von Störechos besteht
30 im Setzen eines sog. "mitlaufenden Zeitfensters" oder im Nahbereich durch entfernungsabhängige Verstärkungsänderung. Unter einem derartigen Zeitfenster ist die Begrenzung der für die Füllstandsmessung auszuwertenden Schall-/Ultraschallechosignale auf einen Zeit-

01 raum zu verstehen, der kurz vor dem mutmaßlichen Eintreffen des
an der Oberfläche des Guts reflektierten Echos beginnt und kurz
nach dem mutmaßlichen Eintreffen endet. Das "mitlaufende Zeit-
fenster" wird auf ein vorher ermitteltes und als gültig angesehenes
05 Schall-/Ultraschallechosignal hin eingestellt. Durch diese Methode
lassen sich viele Störeinflüsse beseitigen. Im Wege der Schall-/
Ultraschallwellen angeordnete störende Teile, die vom Füllgut zu-
nächst bedeckt sind und während des Absinkens des Füllguts
freigelegt und deshalb von den Schall-/Ultraschallwellen erfaßt
10 werden, lassen sich nur als Störstellen erkennen, wenn die Amplitu-
den der reflektierten Schall-/Ultraschallwellen deutlich größer als
die Amplituden der von der Oberfläche des Guts reflektierten
Schall-/Ultraschallwellen sind. Trifft dies zu, dann rastet das
"mitlaufende Zeitfenster" auf das von einem derartigen Teil, bei-
15 spielsweise einer Kante oder einer Verstrebung im Behälter, erzeug-
te Schall-/Ultraschallechosignal ein und liefert nur dann einen
richtigen Füllstandsmeßwert, wenn die Höhe des Füllstands mit der
Höhe dieses Teils im Behälter übereinstimmt.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine
Vorrichtung der eingangs beschriebenen Gattung derart weiterzuent-
wickeln, daß die Verfälschung des Meßergebnisses durch feststehen-
de Teile des Behälters, die sich im Wege der Schall-/Ultraschallwel-
len befinden oder in den Weg hineinragen, beseitigt wird.

25 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1
beschriebenen Maßnahmen gelöst. Mit den im Anspruch 1 angege-
benen Maßnahmen können Störechos auf einfache Weise vom Nutzecho
unterschieden werden. Es ist sogar möglich, mehrere Störechos, die
30 von hintereinander im Weg der Schall-/Ultraschallwellen angeordne-
ten Teilen erzeugt werden, festzustellen und für die weitere
Verarbeitung zu sperren. Wenn sich die Oberfläche des Guts in
Höhe eines der Störechos erzeugenden Teile befindet, wird die

01 Füllstandshöhe trotzdem richtig gemessen. Ein Ansteigen der Oberfläche über ein solches Teil hinaus oder ein Absinken der Oberfläche unter das Teil wird mit dem im Anspruch 1 angegebenen Verfahren in der Meßphase sofort erkannt.

05

Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform werden für im Weg der Schall-/Ultraschallsignale in gegebenen Abständen angeordnete Hindernisse bzw. Störstellen während der Inbetriebnahmephase die Zeiten - oder die Amplituden nebst Laufzeiten der Schall-/Ultraschallechwellen gemessen und für die Betriebsphase abrufbar gespeichert. Hierdurch wird nicht nur eine schnelle und einfache Anpassung des Meßverfahrens an die Gegebenheiten des jeweiligen Meßobjekts möglich, sondern überhaupt erst die Voraussetzung zur mißweisungsreifen Meßwertverarbeitung geschaffen.

10

15

In einer weiteren Ausgestaltung werden Vielfachechos im Zuge der Inbetriebnahme erfaßt und bei der Meßwertverarbeitung berücksichtigt. Hierdurch können solche Vielfachechos, die beispielsweise bei gewölbtem Behälterboden höhere Amplituden als jene des Nutzechos aufweisen, von einer Verarbeitung zu einer Füllstandshöhenanzeige ferngehalten werden.

20

Eine zweckmäßige Ausführungsform besteht darin, daß für die zwischen Boden und Decke des Behälters reflektierten Vielfachechos die Laufzeit gemessen und eine Zeitblende gesetzt wird, die etwas kürzer als deren Laufzeit ist. Mit dieser Maßnahme können die Voraussetzungen für die Unterdrückung des Einflusses der Vielfachechos auf das Meßergebnis am jeweiligen Einsatzort schnell und auf einfache Weise geschaffen werden.

25

30

Eine Vorrichtung zur Durchführung des im Anspruch 1 beschriebenen Verfahrens besteht erfindungsgemäß darin, daß ein elektri-

35

01 sches Signal in Schall- oder Ultraschallsignale und empfangene
Schall- oder Ultraschallsignale in elektrische Signale umformender
Wandler jeweils mit einem Hochfrequenzsender und einem Empfangs-
05 verstärker verbunden ist und daß der Hochfrequenzsender und der
Empfangsverstärker an einen Mikrocomputer angeschlossen sind, der
mit einem nichtflüchtigen Schreib-Lese-Speicher verbunden ist, in
den mittels an den Mikrocomputer angeschlossener Eingabeelemente
Daten über die Laufzeiten von Störechos bzw. die Höhenlagen von
Hindernissen oder Störstellen eingebbar sind. Diese einfach aufge-
10 baute Vorrichtung weist einen nichtflüchtigen Speicher auf, in dem
die Einstellwerte für das jeweilige Meßobjekt auch nach dem
Abschalten der Stromversorgung erhalten bleiben. Für die Meßvor-
richtung ist deshalb keine ständig anstehende Betriebsspannung
erforderlich. Lediglich zu Beginn einer Füllstandshöhenmessung
15 wird die Betriebsspannung eingeschaltet.

Im nichtflüchtigen Programm-Speicher ist zweckmäßigerweise ein
Steuerprogramm für den Mikrocomputer enthalten, der gemäß den
Befehlen dieses Steuerprogramms den Sender zur Abgabe einer
20 hochfrequenten Impulsfolge veranlaßt. Mit dem Mikrocomputer wer-
den auch nach Maßgabe von Befehlen des Steuerprogramms nach
dem Aussenden der Schall-/Ultraschallwellen durch Aufsummieren
von Taktimpulsen die Laufzeiten der Schall-Ultraschallwellen beim
Empfang der Schall-/Ultraschallechwellen festgesetzt. Dem Mikrocom-
25 puter ist u.a. ein an den Ausgang des Empfangsverstärkers
angeschlossener Analog-Digital-Wandler nachgeschaltet, der eben-
falls in Übereinstimmung mit dem Steuerprogramm mit Steuersignalen
beaufschlagt wird.

30 Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß an den
Mikrocomputer eine Entfernungsanzeige-Baugruppe und ein multipli-
zierender Digital-Analog-Wandler angeschlossen ist. Mit dieser An-

01 ordnung wird der Einfluß von Temperaturänderungen auf die Lauf-
zeit des Schall-/Ultraschall-Laufzeitmediums über eine veränderliche
Verstärkungsgradeinstellung ausgeglichen. Das Meßergebnis des Ge-
rätes ist deshalb unabhängig von der Temperatur der spezifischen
05 Schall-Laufzeit.

Eine zweckmäßige Ausführungsform besteht darin, daß ein Eingabe-
element als Taster ausgebildet ist, bei dessen Betätigung der
Meßwert der Laufzeit des vom Behälterboden reflektierten Vielfach-
10 echos unter Berücksichtigung eines kleinen Sicherheitswerts mittels
eines Programmierzyklus in den nichtflüchtigen Speicher eingebbar
ist. Die Laufzeit abzüglich des Sicherheitswerts wird durch das
Steuerprogramm in einen eigens hierfür freigehaltenen Speicherplatz
eingegeben. Für die Eingabe ist keine Kenntnis des Steuerpro-
15 gramms notwendig. Es muß lediglich der Taster betätigt werden,
wenn am Behälterboden entstandene Vielfachechos mittels der Vor-
richtung auf der Entfernungsanzeige-Baugruppe festgestellt werden.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist ein Eingabeele-
20 ment als Taster ausgebildet, bei dessen Betätigung die Meßwerte
der Laufzeit eines von einem Hindernis oder einer Störstelle erzeug-
ten Schall-/Ultraschallstörechos und die zugehörigen Amplituden der
Schall-/Ultraschallechowellen mittels Programmierzyklus in den nicht-
flüchtigen Speicher eingebbar sind. Die gerade festgestellte Lauf-
25 zeit nebst der zugehörigen Amplitude des empfangenen Schall-/Ultra-
schallechosignals werden bei Betätigung dieses Tasters in ausge-
wählte Speicherplätze des nichtflüchtigen Speichers übertragen. Die
Speicherplätze sind im Rahmen des Steuerprogramms festgelegt. Die
Einstellung der Vorrichtung auf die vorhandenen Hindernisse bzw.
30 Störstellen setzt keine Kenntnisse des internen Aufbaus der Vorrich-
tung oder des Steuerprogramms voraus.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgedankens sind
in den Ansprüchen 2, 7, 10 und 11 beschrieben.

- 01 Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert, aus dem sich weitere Merkmale sowie Vorteile ergeben.
- 05 In der Zeichnung ist eine Vorrichtung zur Messung des Füllstands in einem Behälter mittels Schall-/Ultraschallwellen dargestellt. Die Schall-/Ultraschallwellen werden mit einem Schallwandler 10 erzeugt, der die ihm zugeführten hochfrequenten elektrischen Signale, deren Frequenzen im Schall-/Ultraschallwellenbereich liegen, in
- 10 Schall-/Ultraschallwellen bzw. Ultraschall-Impulspakete umwandelt, und diese aussendet. Der Schallwandler 10 ist in einem nicht dargestellten Behälter angeordnet. Die Ausrichtung des Schallwandlers 10 ermöglicht die kontinuierliche Feststellung der Füllstandshöhe des Guts im Behälter vom Boden bis an eine nahe am oberen
- 15 Behälterende liegende Grenze. Im Weg der Schall-/Ultraschallwellen können Hindernisse, z.B. Streben oder andere fest eingebaute Behälterteile, angeordnet sein. In den Pausen zwischen der Aussendung von Ultraschallwellen-Impulspaketen empfängt der Schallwandler 10 Schall-/Ultraschallwellen von der reflektierenden Oberfläche und setzt diese in entsprechende elektrische Signale um. Mit dem Schallwandler 10 ist der Ausgang eines Hochfrequenzsenders 12 verbunden, der hochfrequente Impulspakete erzeugt, wenn er über einen nicht näher bezeichneten Eingang durch ein von einem Mikrocomputer 14 abgegebenes Steuersignal angeregt wird.
- 25
- An den Schallwandler 10 ist weiterhin der Eingang eines Empfangsverstärkers 16 angeschlossen, dessen Verstärkungsgrad einstellbar ist. Hierzu weist der Verstärker 16 einen Steuereingang 17 auf. Der Ausgang des Empfangsverstärkers 16 ist an einen Eingang 18 des
- 30 Mikrocomputers 14 angeschlossen. Dem Eingang 18 ist ein nicht näher dargestellter Analog-Digital-Wandler nachgeschaltet, der zweckmäßigerweise Bestandteil des Mikrocomputers 14 ist.

01 Der Mikrocomputer 14 ist über bidirektional beaufschlagbare Leitungen 20 mit einem nichtflüchtigen Speicher 22 verbunden, in dem ein Steuerprogramm abgespeichert ist.

05 Datenausgänge 24,26 des Mikrocomputers 14 sind jeweils ein multiplizierender Digital-Analog-Wandler 28, im folgenden als D/A-Wandler bezeichnet, und eine Entfernungsanzeige-Baugruppe 30 nachgeschaltet. Die Entfernungsanzeige-Baugruppe zeigt beispielsweise digital in Zentimetern beim Empfang eines Schall-/Ultraschallecho-
10 signals den Abstand zwischen dem Schallwandler 10 und derjenigen Stelle an, an der das Schall-/Ultraschallsignal reflektiert wurde. Der Ausgang des D/A-Wandlers 28 ist einerseits an den Steuereingang 17 des Empfängers 16 und andererseits an ein Schaltelement 32 angeschlossen, das vom Mikrocomputer 14 steuerbar ist. Mit dem
15 Schaltelement 32 ist ein analoger Signalstromspeicher 34 verbunden, der einen Ausgang 36 enthält, an den ein nicht näher dargestelltes, entfernt angeordnetes Auswertgerät angeschlossen ist.

Der D/A-Wandler 28 enthält einen Steuereingang 29, an den ein
20 (beispielsweise im Behälter angeordneter) Temperaturfühler 38 angeschlossen ist. Die Bauelemente 10,12,14,16,22,28,30,32 und 34 werden von einer Stromversorgungseinrichtung 40 mit Betriebsstrom versorgt. Die Stromversorgungseinrichtung 40, die z.B. eine geregelte Ausgangsspannung erzeugt, wird über Leitungen 42 vom Auswert-
25 gerät her mit Energie versorgt.

An nicht näher dargestellte Steuereingänge des Mikrocomputers 14 sind jeweils drei Taster 44,46,48 angeschlossen. Die Taster 44 bis 48 lösen in Verbindung mit dem im Speicher 22 enthaltenen
30 Steuerprogramm bestimmte Funktionen der in der Zeichnung dargestellten Vorrichtung aus. Die reflektierten Schall-/Ultraschallechosignale, die vom Schallwandler 10 empfangen werden, gelangen über den Empfänger 16 in den Mikrocomputer 14 und werden in einem nicht dargestellten Speicher mit wahlfreiem Zugriff gespeichert. Die
35 gespeicherten Daten werden durch die Anzeige-Baugruppe 30 über

01 beispielsweise eine LED-Anzeige dargestellt. Im Mikrocomputer 14
wird die Zeitdauer zwischen dem Aussenden eines Schall-/Ultra-
schallimpulses oder eines Schall-/Ultraschallimpulspaketes und dem
Empfang eines entsprechenden Schall-/Ultraschallechosignals gemes-
05 sen und ebenfalls auf der Anzeige-Baugruppe 30 dargestellt. Eine
der gemessenen Zeitdauer proportionale Information über den Ab-
stand zwischen Schallwandler 10 und reflektierender Fläche wird
vom Mikrocomputer 14 an den D/A-Wandler 28 ausgegeben. Die
Messung der Zeitdifferenz, bei der es sich um die Laufzeit der
10 Schall-/Ultraschallwellen vom Schallwandler 10 zu einer die Wellen
reflektierenden Fläche und von dieser Fläche zurück zum Schall-
wandler 10 handelt, erfolgt im Mikrocomputer 14 durch Auszählung
hochfrequenter Taktimpulse, deren Frequenz z.B. im Megahertzbe-
reich liegt.

15
Aus der Laufzeit wird im Mikrocomputer 14 mittels des im Speicher
22 vorhandenen Steuerprogramms, das den Wert für die spezifische
Schallgeschwindigkeit des Laufzeitmediums enthält, der Abstand
zwischen dem Schallwandler 10 und der jeweils reflektierenden
20 Fläche bestimmt und z.B. auf dem Entfernungsanzeige-Baugruppe 30
dargestellt. Vorzugsweise wird auf der Grundlage dieses Abstands
die Füllstandshöhe bestimmt, bei der es sich um die Differenz des
Abstands zwischen Füllgut und Schallwandler und der Höhe des
Schallwandlers 10 über dem Boden des Behälters handelt. Zweck-
25 mäßigerweise kann auch die so ermittelte Füllstandshöhe auf der
Anzeige-Baugruppe 30 dargestellt und an den D/A-Wandler 28 ausge-
geben werden.

Beim Betätigen des Tasters 44 werden die auf der Anzeige-Bau-
30 gruppe 30 dargestellten Werte der Schall-/Ultraschallechoamplitude
und der Füllstandshöhe in den Speicher 22 übertragen. Hierzu wird
ein Programmierzyklus ausgelöst. Durch das Steuerprogramm sind
hierfür eigene Speicherplätze reserviert, in die diese Daten gelan-
gen.

35
Bei Betätigung des Tasters 46 wird die auf der Anzeige-Baugruppe

- 01 dargestellte Füllstandshöhe unter Berücksichtigung eines Sicherheits-
abstands in den Speicher 22 übertragen. Hierfür wird ebenfalls ein
Programmierzklus für den Speicher 22 durchgeführt. Der über den
Taster 46 eingehende, durch den Sicherheitsabstand abgewandelte
05 Meßwert dient mit Hilfe des Steuerprogramms zur Erzeugung einer
Zeitblende, die eine zeitliche Grenze festlegt, bei deren Überschrei-
tung die noch empfangenen Schall-/Ultraschallechosignale nicht
weiterverarbeitet werden. Auf diese Weise lassen sich die reflektier-
ten Vielfachechos, deren Amplituden höher als jene des von der
10 Füllgutoberfläche erzeugtem Nutzechos sein können, von der Füll-
standshöhenangabe fernhalten.

- Vom Schallwandler 10 werden sowohl die Nutzechoellen als auch
Störechowellen, die von Hindernissen im Weg der gesendeten
15 Schall-/Ultraschallwellen ausgehen, empfangen. Die Höhenlage und
die Amplituden der von den Hindernissen erzeugten Störechowellen
bleiben gleich und sind vorab erfaßt und im nichtflüchtigen
Speicher 22 enthalten. In der Meßbetriebsart der Vorrichtung wer-
den die empfangenen Schall-/Ultraschallechowellen mit den für Stör-
20 echowellen gespeicherten Daten verglichen. Herrscht zwischen den
empfangenen und den gespeicherten Werten Übereinstimmung inner-
halb vorgegebener Toleranzgrenzen, dann werden die empfangenen
Schall-/Ultraschallechowellen als Störechowellen erkannt und nicht
für die Füllstandshöhenangabe weiterverarbeitet. Liegen die Amplitu-
25 den und die Höhenangaben der empfangenen Schall-/Ultraschallecho-
wellen außerhalb der gespeicherten Werte, dann handelt es sich um
die von der Oberfläche des Guts im Behälter reflektierten Echowel-
len, die nach entsprechender Umrechnung als Füllstandshöhe ausge-
geben werden, indem das Schaltelement 32 über den Mikrocomputer
30 14 angesteuert wird. Damit gelangt ein der Füllstandshöhe ent-
sprechender Wert über den analogen Speicher 34 zur Entfernungs-An-
zeige-Baugruppe 30.

01 Wenn keine Schall-/Ultraschallechowellen empfangen werden, deren
Amplitude und Höhe außerhalb der gespeicherten Werte liegt, dann
ist dies ein Zeichen dafür, daß das Füllgut in Höhe eines der
Hindernisse liegt. Um die Füllstandshöhe für diesen Fall zu er-
05 mitteln, werden die Amplituden der in Höhe der Hindernisse reflek-
tierten Schall-/Ultraschallechosignale ausgewertet. Gespeichert sind
die Amplituden von Störechos, die sich ergeben, wenn die Füllgut-
oberfläche nicht gerade in Höhe eines Hindernisses liegt. Nicht
gespeichert sind die Amplituden, die bei einem vom Füllgut bedeck-
10 ten Hindernis auftreten. Die letzteren Amplituden können, je nach
Absorptionsvermögen des Guts im Behälter, sehr gering sein.

Es ist möglich, die Laufzeiten der Schall-/Ultraschallstörechosignale
oder die berechneten Höhen der Hindernisse über dem Behälterboden
15 zu speichern und in der Meßbetriebsart mit den empfangenen
Schall-/Ultraschallechosignalen zu vergleichen. Der Verstärkungs-
grad des Empfangsverstärkers 16 wird in Abhängigkeit vom
D/A-Wandler-Ausgangssignal gesteuert. Über den Temperaturfühler
38 wird das Ausgangssignal des D/A-Wandlers 28 so geregelt, daß
20 es über eine entsprechende Beeinflussung des D/A-Wandlers 28 von
Temperaturänderungen des Laufzeit-Mediums im Behälter nicht beein-
flußt wird.

In der Inbetriebnahme der in der Zeichnung dargestellten Vorrich-
25 tung erscheint die tatsächlich gemessene Entfernung oder die Ent-
fernung des Störechos in beispielsweise Zentimetern auf der geräte-
internen LCD-Anzeige 30. Somit läßt sich rückschließen, ob ein
Störecho vorhanden ist oder der wahre Füllstand angezeigt wird.
Die Höhe der Hindernisse über dem Boden wird dabei als bekannt
30 vorausgesetzt.

01 Befindet sich eine Störquelle innerhalb der Meßstrecke, so stimmt
die angezeigte Entfernung nicht mit der Entfernung des wahren
Füllstandes überein. Durch Betätigen der zugeordneten Taste 44 der
die Bedeutung "Entfernung zu klein" entspricht, kann die Amplitude
05 und die Entfernung für ein vorhandenes Störecho abgespeichert
werden. Anschließend ist die gleiche Speicherprozedur mit einem
möglichen weiteren Störecho durchführbar. Der beschriebene
Speichervorgang kann mehrfach wiederholt, d.h. es können mehrere
Störechos abgespeichert werden.

10

Es kommt aber auch vor, daß bei leerem Behälter ein "Vielfach-
echo" in der Amplitude größer ist als das Nutzecho. Damit wird
eine zu große Entfernung angezeigt. Durch Betätigen der weiteren
Taste 46, die "Entfernung zu groß" entspricht, kann der maximale
15 Meßbereich derart begrenzt werden, daß sein Zeitäquivalent kürzer
ist als die Zeit des auszublendenden Vielfachechos. Analog dem
oben genannten werden die Charakteristika des Vielfachechos wieder
in einen nichtflüchtigen Speicher übernommen.

20 Das vorstehend geschilderte Verfahren kann darüber hinaus dazu
genutzt werden, im voraus bekannte Störstellen durch geeichte
Schalter- oder Tasteneinstellung zu eliminieren.

Im Verlaufe der Inbetriebnahme deutet die oben beschriebene Vor-
25 richtung ein Störecho zunächst als Füllgutecho. Eine Bedienungsper-
son vermag anhand der LCD-Entfernungsanzeige das Vorhandensein
eines Störechos zu erkennen. Durch Betätigen des Tasters 44
"Entfernung zu klein" werden sämtliche Daten dieses Echos unter
dem Pseudonamen "Störecho 1" abgespeichert.

30

Gleichzeitig wird ein neuer Suchzyklus vom Ende dieses Echos ab
bis zum Meßbereichsende eingeleitet, und das gefundene Echo
angezeigt. Während des anschließenden Befüllens wird die Störstelle
bzw. das Hindernis vom Füllgut bedeckt werden. Um zu verhindern,
35 daß in diesem Falle das Füllgut als Störecho deklariert wird,

- 01 sorgt die Meßwertverarbeitung des Gerätes dafür, daß die Stör-
echo-Deutung abgeschaltet wird, bevor das Füllgut die Störstelle
überschreitet.
- 05 Umgekehrt wertet das Gerät bei der Behälterentleerung ein von
einer Störstelle ausgehendes Echo wiederum als Störecho, sobald
das wahre Füllgutecho die Entfernung überschreitet, die für ein
Störecho reserviert worden ist. D.h. im Falle größerer Entfernungen
zum Füllgut als jener zum Störecho wertet das Gerät das zeitlich
10 kürzere Echo als Störecho und das zeitlich längere als den wahren
Füllstand. Befindet sich das Füllgut in Höhe der Störstelle, so
sucht das Gerät ständig über die Entfernung zur Störstelle hinaus-
gehend nach einem anderen Echo, das eine kleinere Amplitude als
das Störecho haben kann. Somit wird auch bei geringerer Amplitude
15 des Füllgutechos als jener des Störechos erkannt, wenn der Füll-
stand größere Distanzen annimmt als die Entfernung zum Störecho.
Bei diesem Suchzyklus werden Vielfachechos unterdrückt. Es ver-
dient Betonung, daß die genannten Maßnahmen das Finden des
wahren Füllstandsechos unabhängig von der Behälterfüllung nach
20 jedem Einschalten des Gerätes sicherstellen.

Der Taster 48 dient zur Auswahl einer bestimmten Betriebsweise des
Mikrocomputers 14. Bei Betätigung des Tasters 48 werden jeweils
zwei Meßwerte für die Oberfläche des Guts im Behälter erfaßt. Die
25 Meßwerte entsprechen dem höchsten und dem tiefsten Punkt der
Oberfläche. Durch Mittelwertbildung aus diesen beiden Meßwerten
wird die mittlere Füllstandshöhe festgelegt.

30

35

- 18 -
- Leerseite -

Nummer:
Int. Cl.³:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

33 37 690
G 01 F 23/28
17. Oktober 1983
25. April 1985

- 19 -

NACHRICHT

3337690

